Minerales

62



TURMALINA
(China)



EDITA
RBA Coleccionables, S.A.
Avda. Diagonal, 189
08018 – Barcelona
http://www.rbacoleccionables.com
Tel. atención al cliente: 902 49 49 50

EDICIÓN PARA AMÉRICA LATINA
© 2011 de esta edición Aguilar, Altea, Taurus, Alfaguara S.A.
de ediciones/RBA Coleccionables, S.A., en coedición.
Argentina: Av. Leandro N. Alem 720, Buenos Aires.
Chile: Dr. Aníbal Ariztía 1444, Santiago de Chile.
Colombia: Calle 80 N.° 9-69, Bogotá DC.
México: Av. Universidad N.° 767, Col. Del Valle, DF.
Perú: Av. Primavera 2160, Santiago de Surco, Lima.
Uruguay: Blanes 1132, Montevideo.
Venezuela: Av. Rómulo Gallegos Edif. Zulia PB, Boleíta Norte, Caracas.

EDICIÓN Y REALIZACIÓN
EDITEC

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS
Age fotostock; Getty Images;
Francesc & Jordi Fabre

FOTOGRAFÍAS MINERALES
Por cortesía de Carles Curto (Museo de Geología de Barcelona);
Fabre Minerals

FOTOGRAFÍA:
Por cortesía de Programa Royal Collections, AEIE

INFOGRAFÍAS
Tenllado Studio

ISBN (obra completa): 978-84-473-7391-8
ISBN (fascículos): 978-84-473-7392-5

IMPRESIÓN
Arcángel Maggio SA, Lafayette 1695 (C1286AEC),
Buenos Aires, Argentina.

Depósito legal: B-25884-2011

Impreso en la Argentina – *Pri[illegible]*

CON ESTA ENTREGA

Turmalina
China

El grupo de las turmalinas está formado por diversas especies, la más común de las cuales es la turmalina negra, conocida habitualmente con el nombre de chorlo. El típico color negro que define al chorlo y que es debido a la abundancia de átomos de hierro en sus cristales también puede darse en otras turmalinas, como la povondraíta, la dravita o la uvita, e incluso en la elbaíta, que por lo general presenta colores vivos, aunque en algunos casos es tan oscura que únicamente muestra su verdadero color cuando se tallan secciones muy finas del cristal. Por consiguiente, el chorlo, un ciclosilicato de hierro y sodio, es el prototipo de la turmalina negra.

La muestra



Las muestras de la colección proceden de la provincia de Hunan, China. Son cristales individuales, formados por un grueso prisma y terminados en tres caras de un romboedro muy aplanado, aunque también pueden presentarse otras caras accesorias. Pertenecen a la especie chorlo, la turmalina negra más habitual, y presentan brillo entre vítreo y graso, y color negro muy uniforme. Las caras del prisma, por lo general lisas, pueden mostrar un fino estriado.

❏ GRANDES CRISTALES

El chorlo se forma sobre todo en pegmatitas muy cuarcíferas en las que puede llegar a haber gran cantidad de cristales de dimensiones muy diversas, ya que, si bien predominan los tamaños centimétricos, no son raros los cristales de más de medio metro. También puede encontrarse en forma de finas agujas o en haces de cristales deformados y con curiosas torsiones mecánicas. El brillo de estos cristales es muy variado, pudiendo ser desde vítreo muy intenso hasta graso. Es también frecuente como inclusión en algunos cristales de cuarzo, que en este caso reciben el nombre de cuarzo turmalinado. Debido a su dureza y belleza, la turmalina negra se emplea para confeccionar objetos decorativos y de escritorio y, en bisutería, se talla en cabujón.

Fosilización por reemplazo

Se denomina así a la forma de fosilización en la cual los componentes de la estructura original van siendo reemplazados, molécula a molécula, por minerales. Aunque son teóricamente posibles muchas clases de reemplazo químico, la limitada variedad de los terrenos en los que puede fosilizar un organismo da lugar a unos tipos concretos y característicos de fósiles.

A veces, la fosilización por reemplazo puede dar lugar a formas muy sorprendentes y de extraordinaria belleza. Para que se produzca son necesarias unas condiciones ambientales muy precisas: el organismo debe quedar encerrado en una matriz rocosa lo suficientemente húmeda; esa agua ha de tener el grado de acidez adecuado para que sea posible la sustitución, y en ella tienen que hallarse, disueltas, las sales que reemplazarán, molécula a molécula, la materia original del organismo durante el proceso de fosilización.

COMPRESIÓN CARBONOSA

Se llama compresión carbonosa a la transformación provocada por la desaparición de los elementos volátiles de la materia orgánica, principalmente el agua y el nitrógeno, que se desprenden y dejan como residuo el carbono y poco más. Este tipo de preservación es muy común en ambientes carentes de oxígeno o ácidos, tales como fondos oceánicos profundos o pantanos, entre otros.



Un medio excelente
En las calizas bituminosas es frecuente encontrar fósiles muy bien conservados, como este ictiosaurio hembra con su cría.



■ PIRITIZACIÓN

Si la descomposición de la materia orgánica tiene lugar en un medio carente de oxígeno, se produce sulfuro de hidrógeno (H_2S). Este compuesto reacciona con las sales de hierro presentes en el agua de mar y el resultado es sulfuro de hierro (en forma de marcasita y pirita), que reemplaza la materia de origen orgánico de las conchas y esqueletos. Cuando la pirita se conserva, el resultado es el que podemos ver en la fotografía. Sin embargo, lo más común es su transformación en limonita, que se oxida con el oxígeno atmosférico.

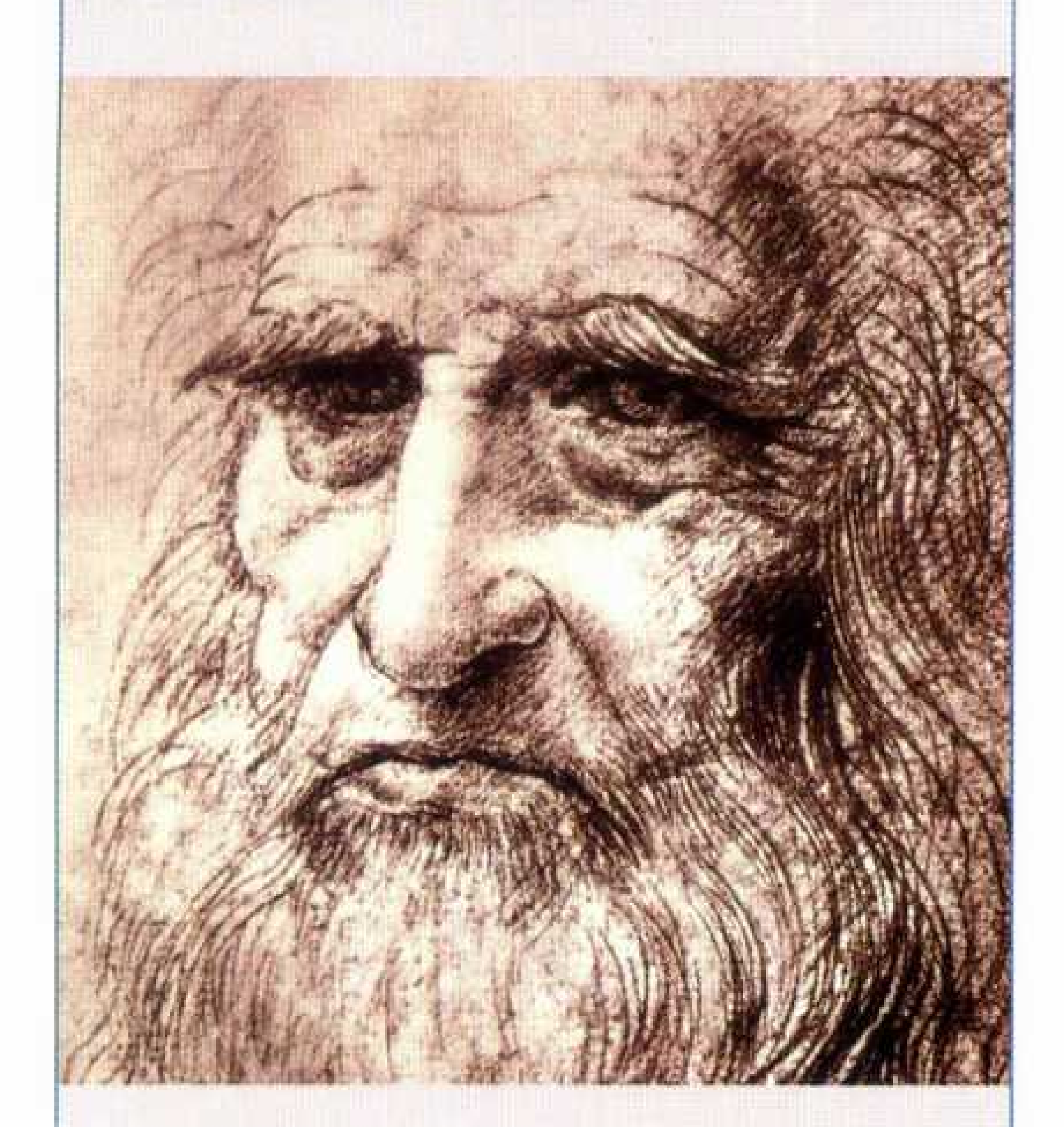
Ejemplar piritizado de un ammonoideo del género *Goniatites*.

■ SILICIFICACIÓN

Esta forma de fosilización tiene lugar cuando entre los compuestos químicos presentes en el medio que rodea al organismo predominan los de sílice. El mineral resultante más común suele ser la calcedonia, que es el más estable. La fosilización de la madera (fotografía inferior), en la que la sustitución de ésta por sílice es la más común, también puede producirse en forma de jaspe y cuarzo, y en la mayoría de los casos se conservan las marcas de los anillos de crecimiento. A la derecha, grupo de trilobites silicificados.



Leonardo da Vinci



En cuanto al origen de los fósiles, durante la Edad Media se aceptaba la idea aristotélica de que la Naturaleza crea imitaciones de los seres vivos en piedra mediante una misteriosa «fuerza modeladora». Algunos creían que los fósiles marinos encontrados en las montañas habían llegado hasta allí arrastrados por el «diluvio universal»; otros, finalmente, los atribuían a la acción de los astros. Leonardo da Vinci ya refutó esas ideas en sus escritos de manera contundente: «...Si el diluvio hubiera llevado las conchas a distancias de tres o cuatrocientas millas de la orilla del mar, las habría llevado mezcladas con muchos otros objetos naturales y los habría amontonado juntos. [...] Estas conchas aparecen separadas entre sí, como podemos hallarlas ahora a la orilla del mar». «Si se dijese que estas conchas son creadas continuamente en esos lugares por la Naturaleza y los astros, estaría fuera de razón, pues los años de su crecimiento están numerados en sus caparazones. Las hay grandes y pequeñas, y todas ellas no podrían haber crecido sin alimentarse ni moverse, y aquí no es posible el movimiento.» «Si se dijera que el diluvio las arrastró, [...] las lluvias no lanzan a los montes las cosas muertas de las orillas marinas.»

CALCIFICACIÓN

En la calcificación o carbonatación, que es la clase de fosilización por reemplazo más frecuente, los restos orgánicos duros son sustituidos por carbonato cálcico en forma de calcita. No es un proceso raro, ya que la calcita es el mineral más común en las rocas sedimentarias y también el material con el que están hechas las conchas de los invertebrados.



Ammonítido fosilizado en carbonato cálcico



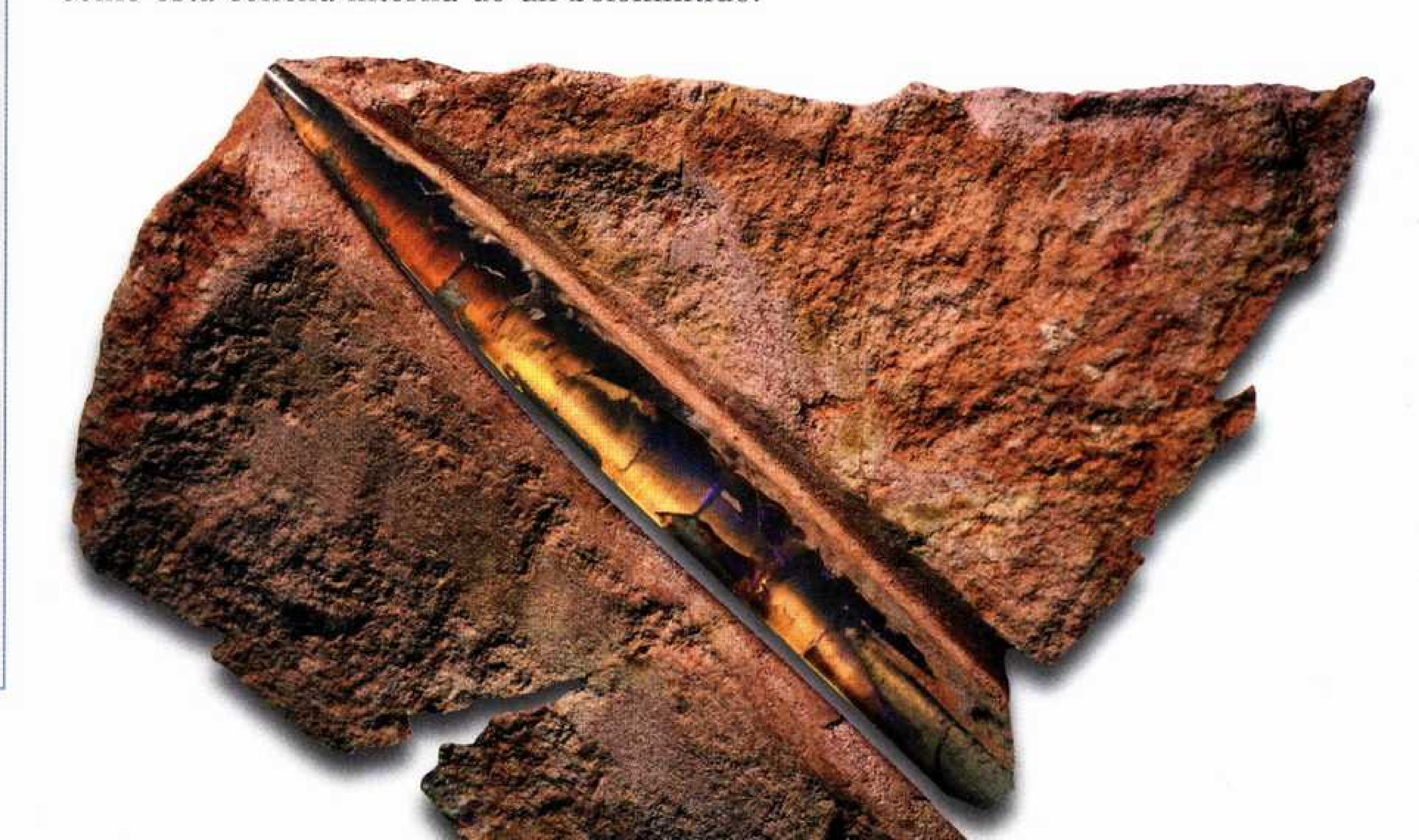
Fronda de helecho

CARBONIZACIÓN

La carbonización se produce en ambientes privados de oxígeno y es un proceso durante el cual todo el organismo se convierte en carbón. Para que se produzca son necesarias temperaturas muy altas, como las que se generan en un incendio, en una colada de lava o en la caída de material piroclástico. El efecto de estas condiciones es la conversión en carbón de las paredes celulares del organismo sin perder su estructura. En ese estado, los restos orgánicos son mucho más resistentes a la degradación y pueden conservar detalles muy precisos.

OPALIZACIÓN

El ópalo es una variedad de sílice hidratada y, por lo tanto, la opalización no es más que una silicificación, pero merece una atención especial por la espectacularidad de sus resultados. Se produce opalización sobre todo en conchas de moluscos, principalmente bivalvos, pero también gasterópodos y cefalópodos. Algunas veces sólo se opaliza la concha y no el material de relleno. Se conocen magníficos y espectaculares ejemplares de cefalófodos opalizados, como esta concha interna de un belemnítido.



La era Arcaica

Llamada también Precámbrico, es la era más larga de la historia de la Tierra. Se inicia hace unos 4.000 millones de años, y acaba hace 542 millones de años. En el periodo Hadeano, que se inicia con la formación del planeta, hace 4.600 millones de años, y se extiende hasta la era Arcaica, no había vida sobre la Tierra; la atmósfera carecía de oxígeno, es decir, era tóxica para los seres vivos, y la temperatura era muy elevada.



ESTROMATOLITOS Y FAUNA DE EDIACARA

Los estromatolitos de la era Arcaica son formaciones calizas de estructura concéntrica, originadas por el carbonato cálcico derivado de la actividad de las algas cianofíceas. Se les puede encontrar en cualquier era geológica, e incluso siguen creciendo en la actualidad, por ejemplo, en la bahía australiana de Shark (izquierda). Hace unos 630 millones de años, la biota (conjunto de organismos) del periodo Ediacárico floreció en todos los mares. Hay impresiones de animales blandos; aparecen las primeras esponjas, animales con forma de trilobites y muchos otros de curiosas formas, como *Dickinsonia costata* (derecha).



El mineral más antiguo, el circón, apareció hace 4.400 millones de años; en aquel momento, las primeras moléculas de ADN ya estaban presentes. Hace unos 3.800 millones de años aparecieron las primeras formas de vida unicelulares, tal vez bacterias, y más recientemente, hace unos 3.600 millones de años, las primeras bacterias productoras de oxígeno. En el Proterozoico, unos 2.500 millones de años atrás, la atmósfera de la Tierra ya estaba dotada de este gas, y surgieron las primeras formas de vida unicelulares complejas: los protistas con núcleo. Se formó el supercontinente Columbia, y las colonias de algas verdes poblaron los mares.

LAS PRIMERAS PLANTAS

En los océanos del Proterozoico, hace entre 2.500 y 542 millones de años, algunas moléculas complejas habían conseguido unirse para formar los primeros organismos vivientes: células procariotas, algas verdeazuladas y bacterias. Hace unos 1.300 millones de años se formaron los seres pluricelulares a partir de la célula eucariota, y así surgieron los cuatro reinos: protistas, hongos, plantas y animales. *Charnia* (en la imagen de la derecha) es el fósil complejo más antiguo encontrado, el primero que fue descrito en estratos del Arcaico y uno de los más extendidos de Ediacara.



Tierra joven, Tierra vieja

La edad de la Tierra ha sido durante siglos objeto de las más ardientes controversias, sobre todo a partir del momento en que los adelantos científicos, y muy principalmente el estudio de los fósiles, comenzaron a discutir las afirmaciones de la Biblia sobre la creación del mundo.

La controversia Tierra joven-Tierra vieja estuvo tan intrínsecamente ligada a las ideas religiosas como a la ciencia. Una Tierra joven parecía más adecuada al contenido de los libros sagrados, que detallaban las genealogías del pueblo de Israel; éstas eran la base de sus cálculos, y consideraban el planeta como algo estático e inmutable; asimismo, creían en el Diluvio Universal como causa de la extinción, por lo demás evidente, de parte de las especies. Pero, para los geólogos que estudiaban los fósiles y, sobre todo, para los naturalistas y para quienes creían en la evolución de las especies, la Tierra era vieja, muy vieja, y su edad debía ser forzosamente más antigua. Así, a partir del siglo XVIII, la ciencia fue creando escenarios distintos hasta que la radiactividad zanjó todas las discusiones.



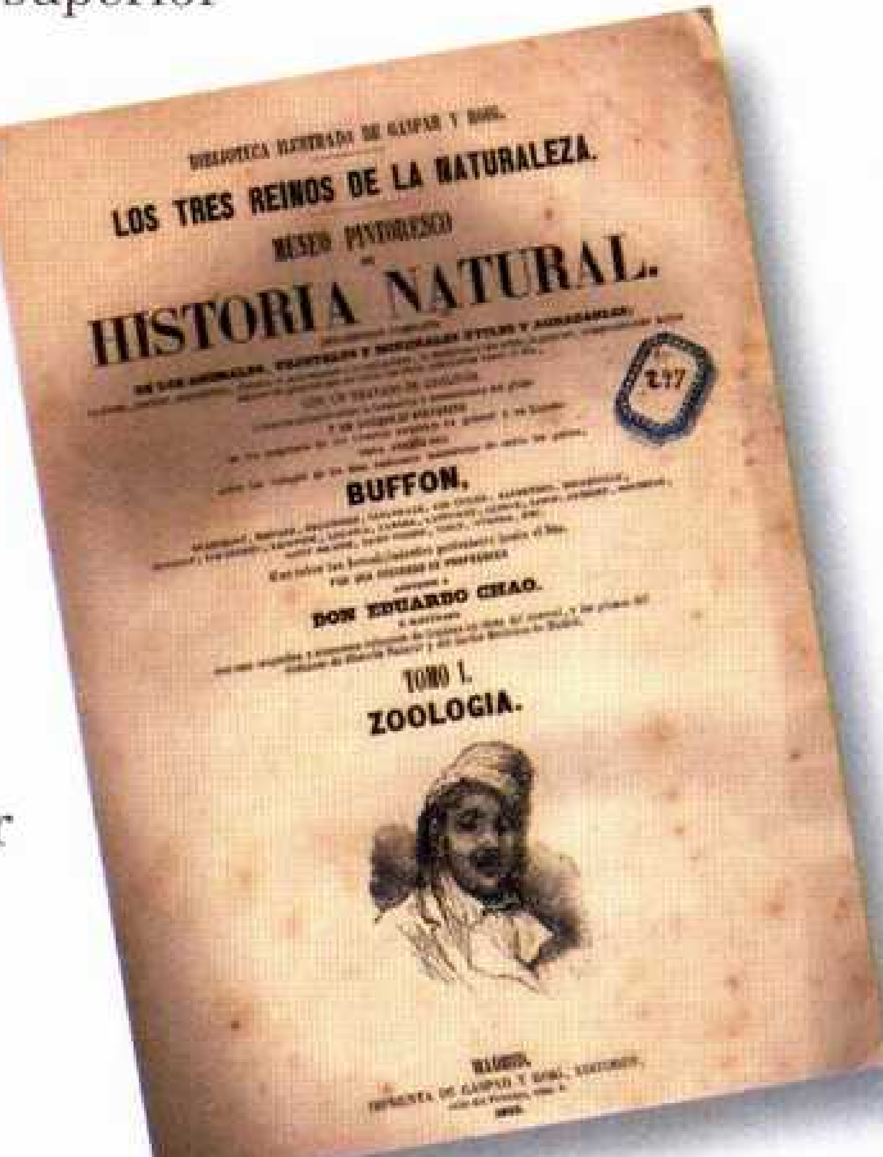
LA CREACIÓN DEL MUNDO

Según la Biblia, la creación del mundo se produjo en siete días por un acto de voluntad divina. Pero ¿cuándo tuvo lugar el acontecimiento? Los exégetas bíblicos medievales se basaron en la cronología del libro sagrado. La edad de los patriarcas y los profetas, la construcción del templo de Salomón y otros eventos sirvieron para sus cálculos, y llegaron a la conclusión de que la Tierra se remontaba al año 3.750 antes de nuestra era. En 1658, el arzobispo James Ussher (arriba, a la derecha), de la iglesia anglicana, calculó la edad de la Tierra con gran precisión: afirmó que había sido creada el año 4.004 antes de nuestra era, ¡el 22 de octubre a las 8 de la tarde! Según esto, el Universo entero apenas superaba los 5.500 años de antigüedad.



EL CONDE DE BUFFON

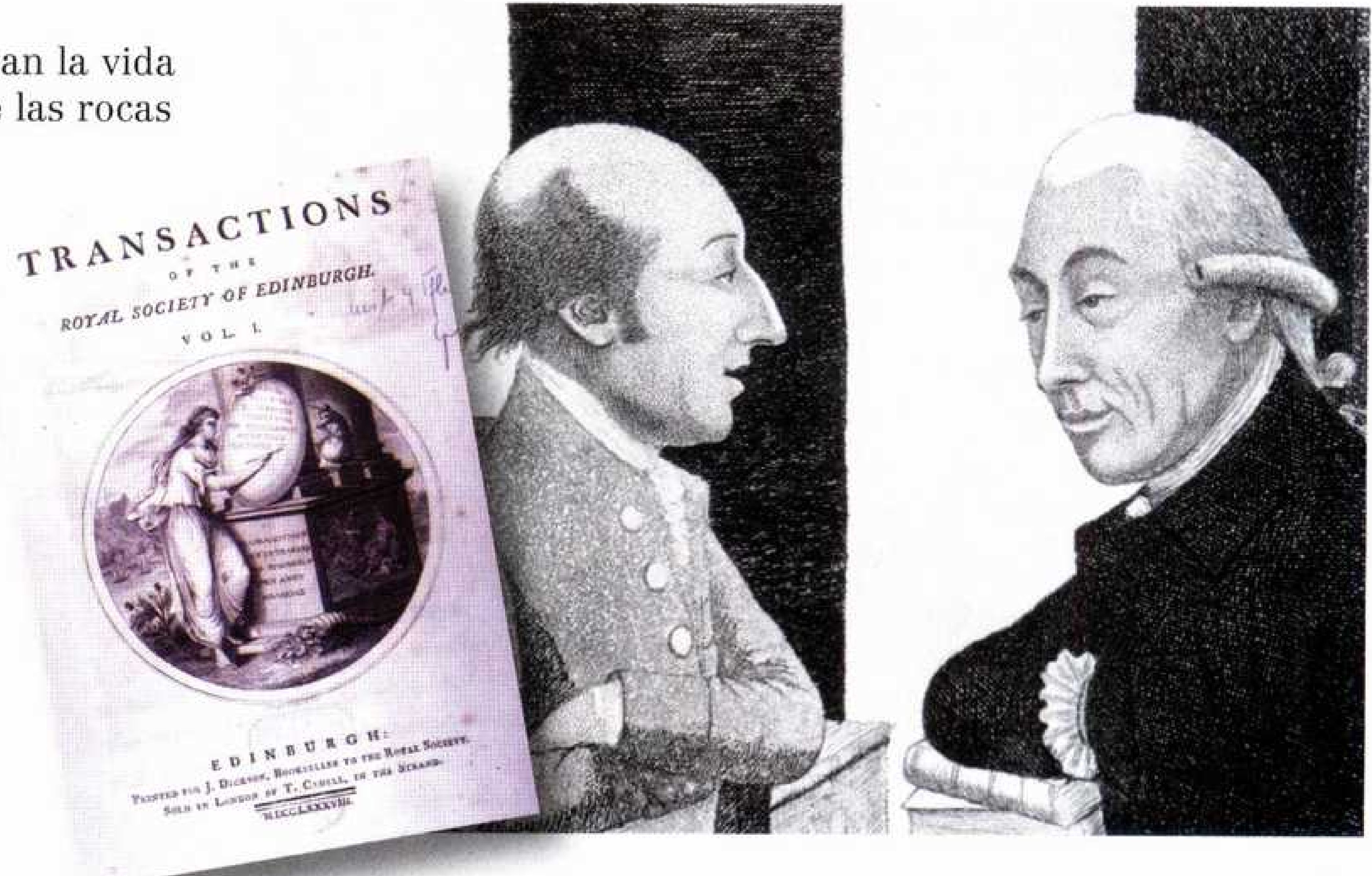
Hasta el siglo XVIII, los defensores del tiempo bíblico habían llegado a un consenso sobre los 6.000 años de antigüedad del planeta. Y nadie se lo discutía. Pero los geólogos y los naturalistas se interrogaban sobre la formación de la Tierra. En su obra *Les époques de la nature* (1778), el conde de Buffon (1707-1788) sugirió que los planetas podrían haberse formado por la colisión sucesiva de cometas contra el Sol, y que la edad de la Tierra era muy superior a la proclamada por la Iglesia. Basándose en el ritmo de enfriamiento del hierro, calculó que la edad de la Tierra era de unos 50.000 años. Por estas aseveraciones fue juzgado por la Iglesia Católica y tuvo que retractarse de su teoría en el segundo volumen de su *Historia natural*. Más tarde, basándose en el registro fósil, por entonces aún poco preciso, Buffon llegó a calcular la edad de la Tierra en 75.000 años... y admitió que seguramente se quedaba corto.



LOS TRES REINOS DE LA NATURALEZA.
HISTORIA NATURAL.
BUFFON,
DON EDUARDO CHAO.
TOMO I.
ZOOLOGIA.

NEPTUNISMO Y PLUTONISMO

A finales del siglo XVIII, las teorías que dominaban la vida científica eran el neptunismo, que afirmaba que las rocas se forman en el fondo oceánico y defendía la existencia de un océano universal, y el plutonismo, que propugnaba una formación de la Tierra como resultado de procesos volcánicos. Los defensores de la primera teoría no cuestionaban la creación bíblica, pero los plutonistas afirmaban que los procesos geológicos se prolongaban durante miles de años, negaban la validez del Diluvio Universal y la narración del Génesis. James Hutton (1726-1797; en la imagen, con el químico Joseph Black en 1787) era el líder del movimiento plutonista, y cuando publicó sus tesis en la Royal Society Transactions de Edimburgo fue acusado de ateísmo.



LA ÉPOCA MODERNA

A mediados del siglo XIX, lord Kelvin, físico irlandés, al realizar el estudio de las gradientes térmicas del interior de la Tierra, estimó que el planeta tenía unos 100 millones de años. Pero en 1896, el químico francés Henri Becquerel descubría la radiactividad y, dos años después, los Curie hallaban los primeros elementos radiactivos. Los geólogos, que calculaban que el Sol y la Tierra se habían formado en un momento del pasado por determinar (unos 1.500 millones de años atrás) y se habían ido enfriando, se dieron cuenta de que si la radiactividad era un fenómeno que producía calor, todo cambiaba. Pero la radiactividad fue decisiva para el cálculo de la edad de la Tierra: Rutherford descubrió que todos los elementos radiactivos tienen su propia vida media, y que si se medían los elementos presentes y los fósiles de la corteza terrestre se podría determinar la edad del planeta. Sobre esta base, en 1911, Arthur Holmes desarrolló la datación geológica mediante radiación. El planeta pudo cumplir así los 4.600 millones de años de edad.

Messel

Patrimonio de la Humanidad desde 1995, el sitio fosilífero de Messel está cerca de la ciudad de Darmstadt, en Alemania. Sus pizarras bituminosas guardan una extraordinaria información sobre las condiciones que se daban en la Europa del Eoceno, hace 50 millones de años.

Messel constituye el mejor entorno posible para descubrir y comprender las condiciones de vida del Eoceno. Se trata de un antiguo yacimiento de pizarras bituminosas que, cuando se formó, se hallaba más al sur de su emplazamiento actual, en medio de una región de lagos rodeados de bosques subtropicales. En sus estratos, las pizarras han conservado, fosilizada, toda la fauna de la región, lo que significa que el yacimiento ofrece a los científicos las muestras de flora y fauna del Eoceno medio mejor conservadas del mundo. Cosa poco usual, abundan los esqueletos completos e incluso algunos fósiles aún mantienen la piel, el pelaje o las plumas. Se han encontrado más de 10.000 peces fósiles de diversas especies, miles de insectos acuáticos y terrestres, pequeños mamíferos y aves, reptiles, anfibios y plantas. Asimismo, se han conservado fósiles excepcionales, como tejidos blandos y restos digeridos de alimentos.

Su fósil más célebre es *Propalaeotherium parvulum*, un pequeño caballo primitivo.





El yacimiento

Messel ocupa unas 60 ha y, en otros tiempos corrió el peligro de convertirse en un vertedero de basuras. Su riqueza fosilífera era ya conocida en los primeros años del siglo xx, pero hasta la década de 1960 no se iniciaron excavaciones sistemáticas. La zona es una de las más productivas del mundo, pues en ningún otro lugar se concentran tantos fósiles y tan variados. Los fósiles se encuentran en el sedimento de pizarras, 130 m por debajo del nivel del suelo, en un ambiente anóxico (carente de oxígeno) que ha permitido la perfecta conservación de los ejemplares.

Diplocynodon
Este género extinto de cocodrilos, presente en Messel, abundaba también durante el Eoceno medio en la cuenca del Duero, en la Península Ibérica.

Minerales

